



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 45 840 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 04 L 12/42
H 04 L 12/437
H 04 L 1/20
H 04 B 10/24

②1 Aktenzeichen: 199 45 840.5
②2 Anmeldetag: 24. 9. 1999
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

DE 199 45 840 A 1

⑦1 Anmelder:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

⑦2 Erfinder:
Niederkorn, Dieter, Dipl.-Ing., 86529
Schrobenhausen, DE

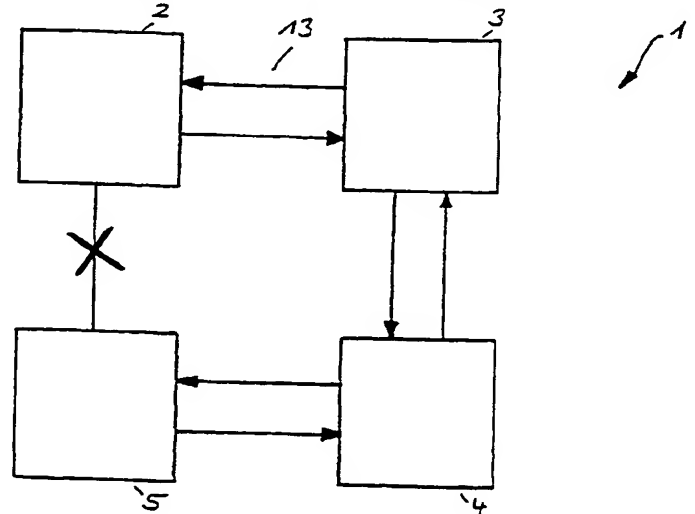
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 06 216 A1
US 51 59 595 A
WO 97 01 907 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zum Betreiben eines optischen Bussystems und entsprechendes optisches Bussystem

⑤7 In einem optischen Bussystem mit Ringstruktur, welches beispielsweise in einem Kraftfahrzeug einsetzbar ist, werden im Normalbetrieb zwischen den einzelnen Teilnehmern (2-5) optische Informationen unidirektional übertragen. Bei Auftreten eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung wird auf eine bidirektionale Übertragung der Informationen umgeschaltet, damit jeder Teilnehmer (2-5) trotz des Fehlers jeden anderen Teilnehmer (2-5) erreichen kann. Die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen kann insbesondere dadurch erfolgen, daß gegenüber der unidirektionalen Übertragung die Lichttaktfrequenz, mit der die optischen Informationen übertragen werden, in beide Übertragungsrichtungen erhöht oder bei konstanter Lichttaktfrequenz die zur Verfügung stehende Busbandbreite reduziert wird.



DE 199 45 840 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines optischen Bussystems nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein entsprechendes optisches Bussystem nach dem Oberbegriff des Anspruches 9, welches insbesondere in Kraftfahrzeugen einsetzbar ist.

Optische Bussysteme oder Lichtwellenleiter-Bussysteme, die insbesondere die für Audio- und Videosignale notwendigen Übertragungsraten bewältigen können, sind bereits weitläufig bekannt. So ist beispielsweise aus der DE 42 28 733 A1 ein optisches Bussystem bekannt, welches z. B. in einem Kraftfahrzeug einsetzbar ist und gemäß einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 betrieben wird. Das Bussystem ist ringartig aufgebaut, wobei verschiedene Teilnehmer, wie z. B. ein über einen entsprechenden Adapter an den Bus angeschlossenes Radiogerät, CD-Spieler oder Kassettenrecorder, über Lichtwellenleiter des Bussystems miteinander verbunden sind. Jeder Teilnehmer umfaßt einen optoelektronischen Wandler, um ein über den Bus übertragenes optisches Signal in ein entsprechendes elektrisches Signal zur Ansteuerung des jeweiligen Geräts oder ein elektrisches Signal des Geräts in ein zu übertragendes optisches Signal umzusetzen. Bei diesem optischen Bussystem werden die optischen Signale über die Lichtwellenleiter stets in lediglich eine Richtung übertragen. Bei Ausfall eines Teilnehmers oder bei Nichtvorhandensein eines Teilnehmers wird der optische Weg im Inneren des entsprechenden Adapters selbsttätig überbrückt.

Weitere optische Ringbussysteme mit unidirektionaler Übertragung von optischen Signalen zwischen den einzelnen Teilnehmern sind beispielsweise aus der DE 196 42 265 C1 und der DE 196 42 258 C1 bekannt.

Neben diesen unidirektionalen optischen Ringbussystemen wurden auch bereits bidirektional arbeitende optische Ringbussysteme vorgeschlagen, bei dem die Übertragung der optischen Signale stets in zwei entgegengesetzte Übertragungsrichtungen erfolgt. So ist beispielsweise aus der WO 97/45977 ein optisches Bussystem nach dem Oberbegriff des Anspruches 9 bekannt, bei dem zwischen den verschiedenen Teilnehmern des Bussystems Kommunikationssignale im Uhrzeigersinn und entgegen dem Uhrzeigersinn der Ringstruktur übertragen werden, wobei für beide Übertragungsrichtungen unterschiedliche Wellenlängenkanäle verwendet werden. Für Fehlerfälle umfaßt jeder Knoten oder Teilnehmer einen Ersatzempfänger und einen Ersatzsender, auf den bei Ausfall des normalerweise verwendeten Empfängers oder Senders umgeschaltet wird.

Auch aus der DE 197 04 021 A1 ist ein optisches Bussystem nach dem Oberbegriff des Anspruches 9 bekannt, wobei das Bussystem zwei separate Lichtwellenleiter-Ringstrukturen zur Übertragung von optischen Signalen in entgegengesetzte Übertragungsrichtungen umfaßt.

Die Verwendung eines unidirektionalen Ringbussystems besitzt den Vorteil, daß der Implementierungsaufwand relativ niedrig gehalten werden kann. Optische Bussysteme sind jedoch vergleichsweise fehleranfällig. Insbesondere bei unidirektionalen Ringbussystemen kann der Ausfall einer Komponente oder eines Teilnehmers (beispielsweise bei Ausfall der Spannungsversorgung oder bei Erblinden der entsprechenden optischen Empfangseinheit der Komponente) oder eine Beschädigung des Lichtwellenleiters an einer einzigen Stelle zum Stillstand der kompletten Buskommunikation führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit vorzuschlagen, bei der diese insbesondere mit unidirektionalen Bussystemen verbundene Ausfallproblematik beseitigt ist und eine erhöhte Betriebssi-

cherheit erzielt werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren zum Betreiben eines optischen Bussystems mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. ein optisches Bussystem mit den Merkmalen des Anspruches 9 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das ringförmige optische Bussystem im Normalbetrieb unidirektional solange zu betreiben, bis ein Fehlerfall, insbesondere ein Ring- oder Lichtwellenleiterbruch, erkannt worden ist. In diesem Fall erfolgt eine Umschaltung auf eine bidirektionale Kommunikation, so daß trotz des Ringbruchs jeder Teilnehmer des Bussystems von einem anderen Teilnehmer erreicht werden kann.

Die Bidirektionalität kann auf unterschiedliche Art und Weise realisiert werden. So ist beispielsweise denkbar, im Falle der Bidirektionalität die sogenannte FOT-Geschwindigkeit (Fibre Optical Transmitter), d. h. die Lichttaktfrequenz der Sendeeinheiten der Teilnehmer, gegenüber dem unidirektionalen Betrieb zu erhöhen, insbesondere zu verdoppeln. Darüber hinaus kann auch im Falle der Bidirektionalität die FOT-Geschwindigkeit auf denselben Wert wie im unidirektionalen Betrieb gehalten werden, wobei jedoch die zur Verfügung stehende Busbandbreite gegenüber dem Normalbetrieb reduziert wird.

Die Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in Kraftfahrzeugen, wo ein fahrzeugübergreifender Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen und gegebenenfalls in verschiedenen Fahrzeugsräumen untergebrachten Geräten (z. B. Radiogerät, CD-Spieler, Telefon, Faxgerät oder Navigationssystem etc.) wünschenswert ist. Selbstverständlich ist die Erfindung jedoch auch in allen anderen Anwendungsgebieten einsetzbar, wo optische Ringbusstrukturen verwendet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Fig. 1 und **Fig. 2** zeigen Darstellungen zur Erläuterung des Betriebs eines erfindungsgemäßen optischen Bussystems.

Fig. 3 zeigt eine detailliertere Darstellung zweier Busteilnehmer für den Fall eines bidirektionalen Betriebs (vgl. **Fig. 2**), und

Fig. 4 zeigt den möglichen Aufbau einer in den in **Fig. 3** gezeigten Teilnehmern eingesetzten Steuereinheit gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Zunächst soll das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip kurz anhand der Darstellungen von **Fig. 1** und **Fig. 2** erläutert werden.

In **Fig. 1** ist ein optisches Bussystem **1** gezeigt, bei dem mehrere Teilnehmer **2-5** über entsprechende Lichtwellenleiterabschnitte **13** in Form einer Ringstruktur miteinander verbunden sind. Bei Einsatz in einem Kraftfahrzeug kann es sich bei den Teilnehmern **2-5** beispielsweise um ein Radiogerät, einen CD-Spieler, ein Telefon, ein Faxgerät oder ein Navigationssystem usw. handeln. Die einzelnen Teilnehmer **2-5** sind derart ausgestaltet, daß sie die von dem entsprechenden elektronischen Gerät kommenden Signale in optische Signale umsetzen und an einen benachbarten Teilnehmer über einen entsprechenden Lichtwellenleiterabschnitt übertragen können. Ebenso ist jeder Teilnehmer derart ausgestaltet, daß er ein von einem benachbarten Teilnehmer über einen entsprechenden Lichtwellenleiterabschnitt **13** übertragenes optisches Signal an den in der Übertragungsrichtung nachfolgenden Teilnehmer weiterleitet sowie, falls das eigene Gerät angesprochen wird, in ein entsprechendes

elektrisches Steuersignal für das eigene Gerät umsetzen kann.

Das in Fig. 1 gezeigte optische Bussystem 1 wird im Normalbetrieb, d. h. im fehlerfreien Fall, unidirektional betrieben. Dies bedeutet, daß jedes optische Übertragungssignal ausschließlich in eine Richtung, bei dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel im Uhrzeigersinn, übertragen wird.

Tritt, wie in Fig. 2 gezeigt ist, beispielsweise zwischen den Teilnehmern 5 und 2 ein Ringbruch auf, kann dies der Teilnehmer 2 erkennen, da die dem Lichtwellenleiterabschnitt zwischen den Teilnehmern 5 und 2 zugeordnete Empfangseinheit des Teilnehmers 2 in diesem Fall kein Lichtsignal mehr empfangen kann. Der Teilnehmer 2 reagiert auf das Erkennen dieses Fehlers sofort und veranlaßt das Umschalten in einen Fehlerbetrieb, in dem die optischen Informationen bidirektional über den optischen Ringbus übertragen werden. Dies setzt voraus, daß jeder Teilnehmer 2-5 für beide Übertragungsrichtungen mit entsprechenden (auch als optische Transceiver bezeichneten) optischen Sende- und Empfangseinheiten ausgestattet ist. Der bidirektionale Betrieb wird vorteilhafterweise solange aufrechterhalten, bis der Ringbruch beseitigt worden und somit wieder ein uneingeschränkter unidirektionaler Betrieb möglich ist.

Aus der Darstellung von Fig. 2 kann entnommen werden, daß trotz des Ringbruchs zwischen den Teilnehmern 5 und 2 beispielsweise der Teilnehmer 5 infolge des bidirektionalen Betriebs weiterhin die Teilnehmer 2-4 erreichen kann.

In Fig. 3 ist in Form eines vereinfachten Blockschaltbilds eine vergrößerte und detailliertere Darstellung der in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigten Teilnehmer 2 und 5 dargestellt.

Jeder Teilnehmer umfaßt für beide Anschlußseiten, die jeweils mit einem entsprechenden Lichtwellenleiterabschnitt 13 zu verbinden sind, sowohl eine optische Empfangseinheit 6 als auch eine optische Sendeeinheit 7, die insbesondere jeweils in Form kombinierter Sende- und Empfangseinheiten ausgestaltet sein können. Als optisch wirksame Elemente können die Sendeeinheiten beispielsweise Leuchtdioden und die Empfangseinheiten Pin-Dioden umfassen. Im Normalbetrieb wird beispielsweise Licht im roten Bereich (ca. 650 ns) emittiert.

Zwischen den Sende- und Empfangseinheiten der beiden Anschlußseiten ist eine Steuer- oder Routingeinheit 8 angeordnet, deren Hauptaufgabe darin besteht, die optisch-elektrisch gewandelten Signale zwischen den beiden Anschlußseiten zu leiten bzw. an einen dem jeweiligen elektrischen Gerät zugeordneten Transceiver-IC 9 auszukoppeln oder von dem Transceiver-IC 9 einzukoppeln. Der Transceiver-IC 9 wertet die ihm zugeführten Empfangssignale Rx aus und setzt diese, falls sie für das eigene elektrische Gerät bestimmt sind, in entsprechende Steuersignale für das jeweilige elektrische Gerät um. Des weiteren setzt der Transceiver-IC 9 Steuersignale des jeweiligen elektrischen Geräts in über das Ringbussystem zu übertragende Sendesignale Tx um. Da bei der Darstellung von Fig. 3 davon ausgegangen wird, daß der in Fig. 2 gezeigte Ringbruch auf dem Lichtwellenleiterabschnitt zu dem Teilnehmer 5 aufgetreten ist, kann die dieser Anschlußseite zugeordnete Empfangseinheit 6 kein Lichtsignal mehr von dem Teilnehmer 5 empfangen. Von dem Teilnehmer 2 bzw. dessen Steuereinheit 8 wird daher auf das Vorliegen eines Fehlerfalls geschlossen und in den Fehlerbetrieb umgeschaltet, wodurch eine bidirektionale Kommunikation oder Signalübertragung eingeleitet wird. Jedes Sendesignal, welches ursprünglich nur im Uhrzeigersinn gesendet worden ist, wird infolgedessen auch entgegen dem Uhrzeigersinn gesendet.

Die dem unterbrochenen Lichtwellenleiterabschnitt zugeordnete Empfangseinheit 6 und Sendeeinheit 7 des Teilnehmers 2 ist inaktiv. Die Funktionalität der Steuereinheit 8 ist

in diesem Fall derart, daß die über die dem Teilnehmer 3 zugeordnete Anschlußseite empfangenen und von dem entsprechenden optischen Empfänger 6 optisch-elektrisch gewandelten Empfangssignale Rx dem Transceiver-IC 9 des Teilnehmers 2 zugeführt werden. Dort wird jedes Empfangssignal Rx ausgewertet, um festzustellen, ob es für das eigene Gerät bestimmt ist. Ist dies der Fall, wird das Empfangssignal Rx von dem Transceiver-IC in ein entsprechendes Steuersignal für das elektrische Gerät umgesetzt. Im anderen Fall wird das Empfangssignal Rx von dem Transceiver-IC als Sendesignal Tx wieder zurückgesendet. Von dem Transceiver-IC 9 kommende Sendesignale Tx werden über die Steuereinheit 8 in das Ringbussystem eingekoppelt.

Hinsichtlich des Teilnehmers 3 unterscheidet sich die Funktionalität seiner Steuer- oder Routingeinheit 8 von derjenigen des Teilnehmers 2, da der Teilnehmer 3 im Gegensatz zum Teilnehmer 2 im bidirektionalen Betrieb von beiden Anschlußseiten her optische Signale empfängt. Die nachfolgend beschriebene Funktionalität der Steuereinheit 8 ist auch für die Steuereinheiten der anderen Teilnehmer des Ringbussystems gültig, welche im bidirektionalen Betrieb beidseitig optische Signale empfangen.

Da im bidirektionalen Betrieb dieselben optischen Signale sowohl im Uhrzeigersinn als auch entgegen dem Uhrzeigersinn übertragen werden, genügt es, daß der Transceiver-IC 9 lediglich die über eine Anschlußseite des Teilnehmers 3 empfangenen und optisch-elektrisch gewandelten Signale auswertet. Bei dem in Fig. 3 gezeigten Fall werden daher von der Steuereinheit 8 die von der dem Teilnehmer 2 zugeordneten Anschlußseite kommenden Empfangssignale Rx an den Transceiver-IC 9 des Teilnehmers 3 weitergeleitet. Der Transceiver-IC 9 wertet, wie bereits beschrieben worden ist, jedes Empfangssignal Rx aus. Ist das Empfangssignal Rx nicht für das eigene elektrische Gerät bestimmt, wird das Empfangssignal Rx als Sendesignal Tx zurück an die Steuereinheit 8 gesendet und von dieser in Übertragungsrichtung an die dem Teilnehmer 4 zugeordnete Anschlußseite bzw. an die entsprechende optische Sendeeinheit 7 weitergeleitet. Die über die dem Teilnehmer 4 zugeordnete Anschlußseite empfangenen Signale werden hingegen von der Steuereinheit 8 nicht an den Transceiver-IC ausgekoppelt, sondern unmittelbar in Übertragungsrichtung an diejenige optische Sendeeinheit 7 weitergeleitet, welche der dem Teilnehmer 2 zugewandten Anschlußseite zugeordnet ist.

In Fig. 4 ist ein möglicher Aufbau einer Steuereinheit 8 dargestellt. Die Steuereinheit 8 umfaßt eine Überwachungsschaltung 11, welche die beiden Anschlußstellen des entsprechenden Teilnehmers auf das Eintreffen eines Lichtsignals Rx1 oder Rx2 hin überwacht. Wurde von der Überwachungsschaltung 11 ein eintreffendes Lichtsignal erkannt, wird über eine Aktivierungsschaltung 12 die Steuereinheit 8 mit elektrischer Energie versorgt und in Betrieb genommen. Gleichzeitig wird ein in Fig. 4 gezeigter Schalter eingeschaltet, um eine Weiterleitung von Empfangssignalen Rx an den entsprechenden Transceiver-IC 9 (vgl. Fig. 3) zu ermöglichen. Die Schaltungen 11 und 12 dienen somit im wesentlichen der Einsparung von elektrischer Energie. Am Ausgang der Überwachungsschaltung 11 kann ein Signal 'Status' abgegriffen werden, welches implizit eine Aussage über den augenblicklichen Betrieb der Steuereinheit 8 enthält, da es den binären Wert "1" annimmt, wenn entweder Rx1 oder Rx2 den binären Wert "1" besitzt.

Der wesentliche Bestandteil der Steuereinheit 8 ist eine Routingschaltung 10, welche derart aufgebaut ist, daß die an den beiden Anschlußseiten eintreffenden Empfangssignale Rx1 und Rx2 wahlweise entweder in Übertragungsrichtung als Sendesignal Tx2 bzw. Tx1 weitergereicht oder als Empfangssignal Rx an den entsprechenden Transceiver-IC 9 aus-

gekoppelt werden können. Ebenso kann ein von dem Transceiver-IC 9 kommendes Sendesignal Tx sowohl als Sendesignal Tx1 als auch als Sendesignal Tx2 bidirektional übertragen werden.

Wurde von einem Teilnehmer des optischen Bussystems, bei dem zuvor erläuterten Beispiel von dem Teilnehmer 2, erkannt, daß ein Fehlerfall, beispielsweise ein Ringbruch, aufgetreten ist, wird von diesem Teilnehmer bzw. dessen Steuereinheit 8 das Umschalten auf den bidirektionalen Betrieb eingeleitet. Dies bedeutet, daß alle anderen Teilnehmer veranlaßt werden, nachfolgend die zu übertragenden optischen Informationen sowohl im Uhrzeigersinn als auch entgegen dem Uhrzeigersinn zu übertragen.

Zur Realisierung dieses bidirektionalen Betriebs sind verschiedene Maßnahmen denkbar, welche innerhalb jedes Teilnehmers jeweils von der entsprechenden Steuereinheit 8 veranlaßt werden. So kann beispielsweise die Steuereinheit 8 des jeweils sendenden Teilnehmers dafür sorgen, daß das optische Signal mit der im Vergleich zum unidirektionalen Betrieb doppelten Lichttaktschwindigkeit oder Lichttaktfrequenz (FOT-Geschwindigkeit, 'Fibre Optical Transmitter') in beide Übertragungsrichtungen übertragen wird, wobei in diesem Fall die Bus-Framefrequenz konstant bleibt.

Eine weitere Möglichkeit würde darin bestehen, die zur Verfügung stehende Busbandbreite zu reduzieren, wobei in diesem Fall die FOT-Geschwindigkeit konstant bleibt, während die Bus-Framefrequenz sinkt. So könnte beispielsweise eine Busbandbreite von 40 Byte für den bidirektionalen Betrieb auf 20 Byte reduziert werden.

Werden im bidirektionalen Betrieb die optischen Signale in beiden Übertragungsrichtungen mit derselben Wellenlänge übertragen, wäre eine zeitlich gemultiplext Ansteuerung der einzelnen optischen Sender 7 und Empfänger 6 bzw. der jeweils zugeordneten Lichtwellenleiterabschnitte 13 erforderlich, um über einen bestimmten Lichtwellenleiterabschnitt 13 abwechselnd zu senden und zu empfangen. Aus diesem Grunde ist es vorteilhaft, im bidirektionalen Betrieb mit unterschiedlichen Wellenlängen für jede Übertragungsrichtung zu arbeiten, so daß mit einer bestimmten Wellenlänge im Uhrzeigersinn und mit einer anderen Wellenlänge entgegen dem Uhrzeigersinn gesendet wird.

Bezugszeichenliste

1	Optisches Bussystem	45
2	Busteilnehmer	
3	Busteilnehmer	
4	Busteilnehmer	
5	Busteilnehmer	
6	Optische Empfangseinheit	50
7	Optische Sendeeinheit	
8	Steuereinheit	
9	Transceiver-IC	
10	Router-Schaltung	
11	Überwachungsschaltung	55
12	Aktivierungsschaltung	
13	Lichtwellenleiter	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines optischen Bussystems, wobei das optische Bussystem (1) mehrere Teilnehmereinheiten (2-5) umfaßt, welche über Lichtwellenleiterabschnitte (13) zu einer Ringstruktur miteinander verbunden sind, und wobei zwischen den Teilnehmereinheiten (2-5) optische Informationen über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) des ringförmigen optischen Bussystems unidirektional übertragen werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Auftreten eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung der optischen Informationen überwacht wird, und

daß nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die optischen Informationen bidirektional über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) des ringförmigen optischen Bussystems übertragen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Auftreten eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung der optischen Informationen dadurch festgestellt wird, daß eine bestimmte Teilnehmereinheit (2) keine Informationen mehr über einen entsprechenden Lichtwellenleiterabschnitt (13) von einer entsprechenden benachbarten Teilnehmereinheit (5) empfangen kann.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Umschalten von der unidirektionalen Übertragung auf die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen von der bestimmten Teilnehmereinheit (2) veranlaßt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisiert wird, daß die Lichttaktfrequenz, mit der die Teilnehmereinheiten (2-5) die optischen Informationen über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, in beide Übertragungsrichtungen erhöht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung der bidirektionalen Übertragung der optischen Informationen die Lichttaktfrequenz, mit der die Teilnehmereinheiten (2-5) die optischen Informationen über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, in beide Übertragungsrichtungen verdoppelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisiert wird, daß die Lichttaktfrequenz, mit der die Teilnehmereinheiten (2-5) die optischen Informationen über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, konstant gehalten und die für die Übertragung zur Verfügung stehende Busbandbreite des Bussystems reduziert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung der bidirektionalen Übertragung der optischen Informationen die für die Übertragung zur Verfügung stehende Busbandbreite gegenüber der unidirektionalen Übertragung halbiert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisiert wird, daß die optischen Informationen in die beiden Übertragungsrichtungen mit unterschiedlichen Lichtfrequenzen übertragen werden.

9. Optisches Bussystem, mit mehreren Teilnehmereinheiten (2-5), welche über Lichtwellenleiterabschnitte (13) zu einer Ringstruktur miteinander verbunden sind,

wobei in jeder Teilnehmereinheit (2-5) jedem der beiden mit ihr verbundenen Lichtwellenleiterabschnitte (13) jeweils sowohl eine optische Empfangseinheit (6) als auch eine optische Sendeeinheit (7) zugeordnet ist, so daß von der entsprechenden Teilnehmereinheit

(2-5) über ein und denselben Lichtwellenleiterabschnitt (13) optische Informationen sowohl empfangen als auch gesendet werden können, dadurch gekennzeichnet,

daß jede Teilnehmereinheit (2-5) Steuermittel (8) umfaßt, welche dafür sorgen, daß im Normalbetrieb des optischen Bussystems die optischen Informationen über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) des ringförmigen optischen Bussystems unidirektional übertragen werden,

wobei die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie das Auftreten eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung der optischen Informationen überwachen und nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung dafür sorgen, daß die optischen Informationen bidirektional über die Lichtwellenleiterabschnitte (13) des ringförmigen optischen Bussystems übertragen werden.

10. Optisches Bussystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuermittel (8) einer bestimmten Teilnehmereinheit das Auftreten eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung der optischen Informationen dadurch feststellen,

daß von einer der Übertragungsrichtung zugeordneten optischen Empfangseinheit (6) derselben Teilnehmereinheit (2) keine Informationen mehr über einen entsprechenden Lichtleiterabschnitt (13) von einer entsprechenden benachbarten Teilnehmereinheit (5) empfangen werden können.

11. Optisches Bussystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisieren, daß die Lichttaktfrequenz, mit der die beiden optischen Sendeeinheiten (7) derselben Teilnehmereinheit (2-5) die optischen Informationen über jeweils entsprechende Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, im Vergleich zu der unidirektionalen Übertragung in beide Übertragungsrichtungen erhöht wird.

12. Optisches Bussystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie zur Realisierung der bidirektionalen Übertragung der optischen Informationen die Lichttaktfrequenz, mit der die beiden optischen Sendeeinheiten (7) derselben Teilnehmereinheit (2-5) die optischen Informationen über jeweils entsprechende Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, im Vergleich zu der unidirektionalen Übertragung in beide Übertragungsrichtungen verdoppeln.

13. Optisches Bussystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisieren, daß die Lichttaktfrequenz, mit der die beiden optischen Sendeeinheiten (7) derselben Teilnehmereinheit (2-5) die optischen Informationen über jeweils entsprechende Lichtwellenleiterabschnitte (13) übertragen, im Vergleich zu der unidirektionalen Übertragung konstant gehalten wird und die für die Übertragung zur Verfügung stehende Busbandbreite des Bussystems reduziert wird.

14. Optisches Bussystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie zur Realisierung der bidirektionalen Übertragung der optischen Informationen die für

die Übertragung zur Verfügung stehende Busbandbreite halbieren.

15. Optisches Bussystem nach einem der Ansprüche 9-14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuermittel (8) derart ausgestaltet sind, daß sie nach Feststellen eines Fehlers während der unidirektionalen Übertragung die bidirektionale Übertragung der optischen Informationen dadurch realisieren, daß sie die optischen Informationen über die beiden optischen Sendeeinheiten (7) derselben Teilnehmereinheit (2-5) in die beiden Übertragungsrichtungen mit unterschiedlichen Lichtfrequenzen übertragen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

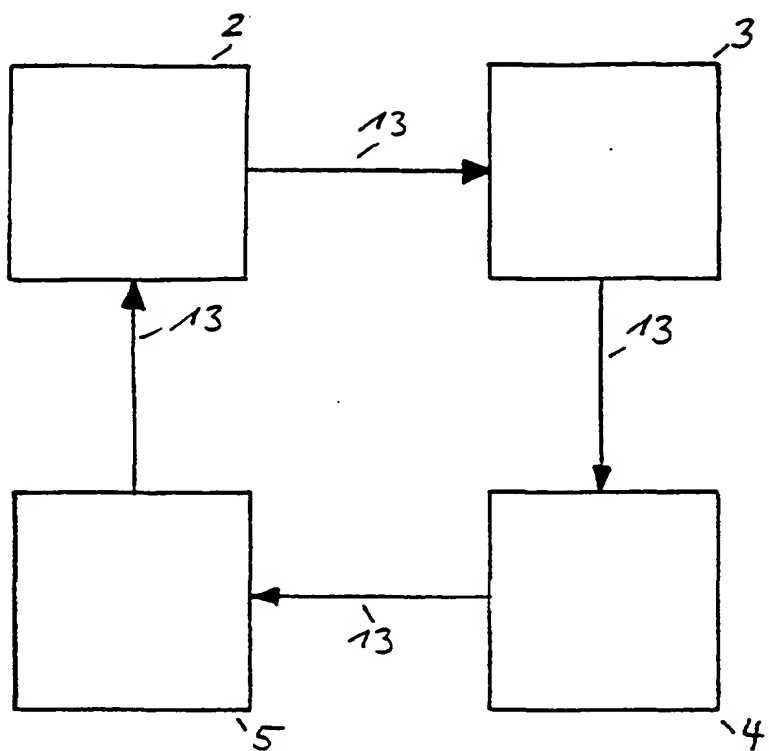


FIG. 1

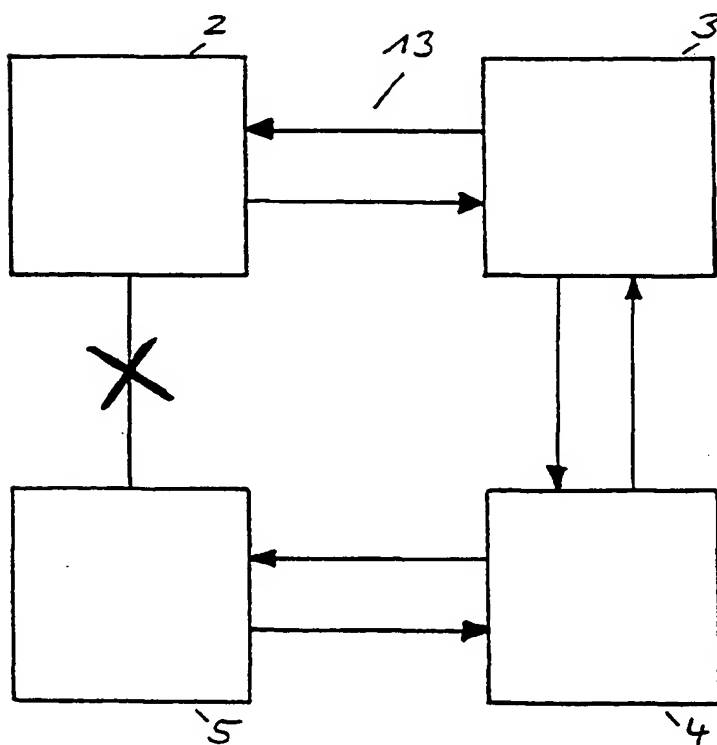


FIG. 2

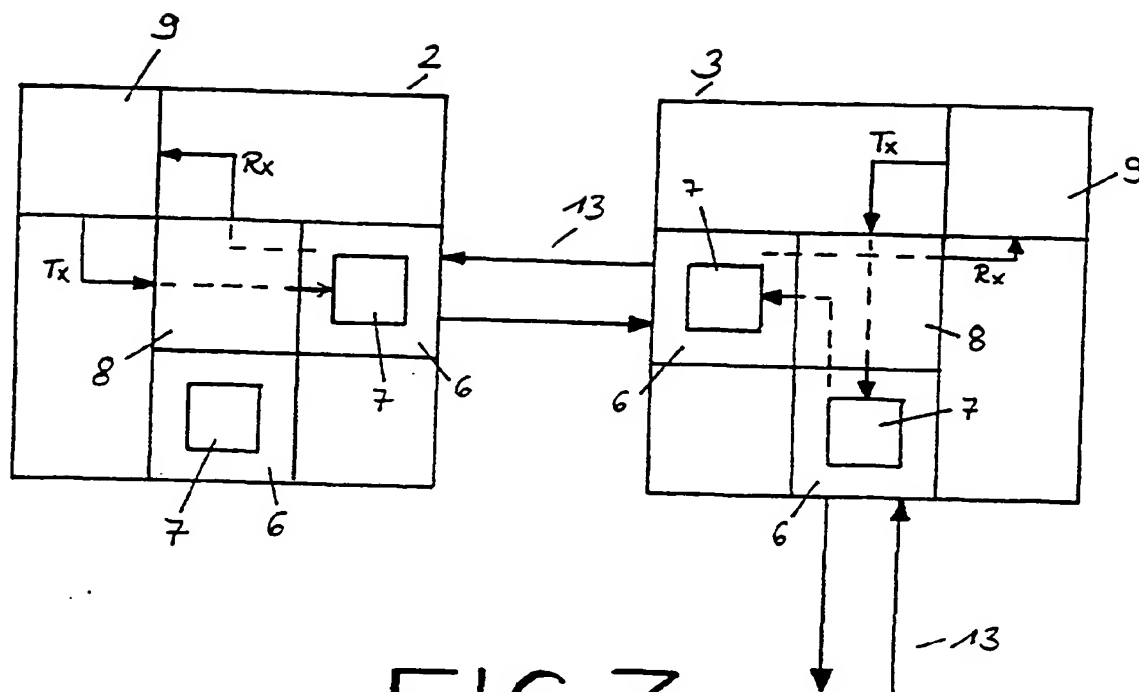


FIG. 3

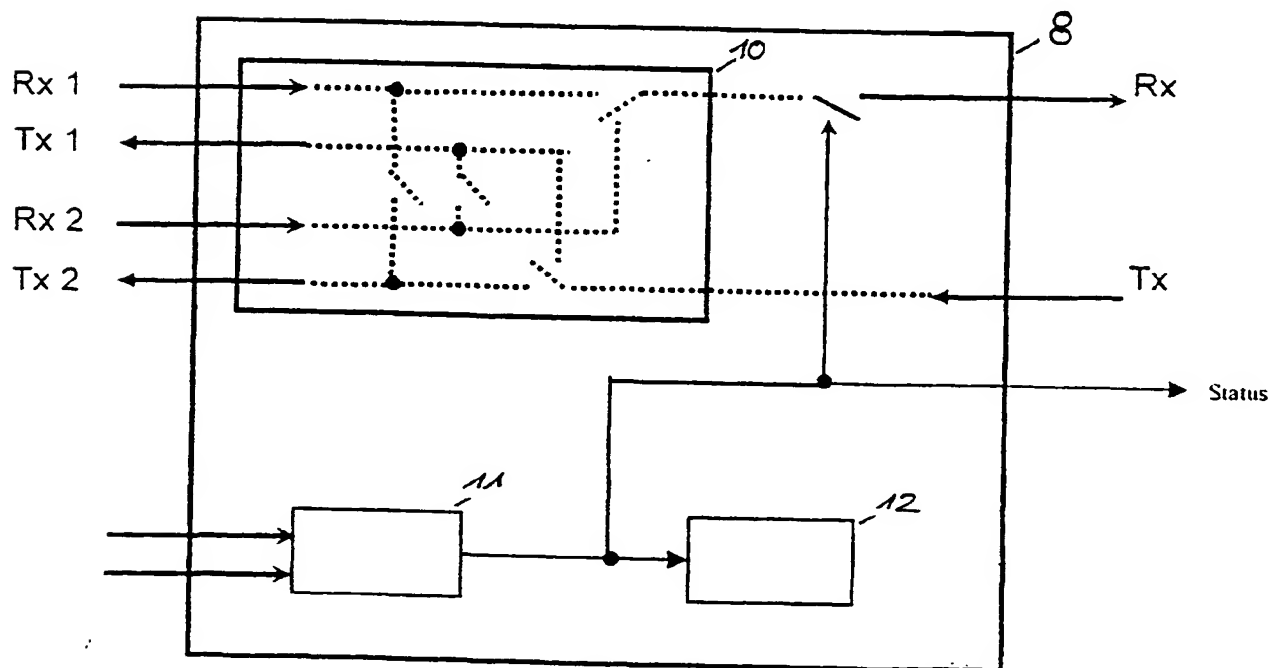


FIG. 4